

サ4.1、四輪の各サスペンションと車体との相対変位を

検出する車高センサ4.2、車両に作用する機方向の加速

度を検出する機加速度センサ4.3の各検出結果が与えら

れ、これらの検出結果をもとに、反力モータ1.1及び転

舵モータ2.2の駆動制御を実施している。

【0017】ここで制御装置3.0で実施する転舵モータ

2.2の制御処理について、図2のフローチャートに基

て説明する。

【0018】このフローチャートは、イグニションスイ

ッチのオン操作によって起動する。まず、ステップ(以

下、ステップを「S」と記す)1.02に進んで、操舵角

センサ1.4で検出された操舵角θ、車速センサ4.1で検

出された車速V及び位置センサ2.6で検出されたラック

軸2.3の英ストローク位置Xrをそれぞれ読み込む。

【0019】なお、前述したようにラック軸2.3のスト

ローク位置は車輪2.1の転舵位置(転舵角θ)に対応す

ため、「英ストローク位置」は車輪2.1の「実転舵位

置」と同様である。

【0020】続くS1.04では、S1.02で読み込んだ

操舵角θと車速Vをもとに、車輪2.1の転舵制御の目標

となる、ラック軸2.3の目標ストローク位置Xtを決定

する。この際、制御装置3.0には、図3に示すように、

操舵ハンドル1.3の操舵角θを車輪2.1の転舵角θwと

して伝達する伝達比G(G=操舵角θ/転舵角θw)の

値を、操舵角θと車速Vとに応じて規定した3次元マ

ップを備えており、S1.02で読み込まれた操舵角θと車

速Vから、図3のマップをもとに検索し、操舵角θ及び

車速Vに依る伝達比Gを決定する。そして、設定され

た伝達比Gと操舵角θとをもとに、(1/G)*θを演

算し、その演算結果をラック軸2.3の目標ストローク位

置Xtとして設定する。

【0021】続くS1.06では、S1.02で読み込んだ

ラック軸2.3の英ストローク位置Xrと、S1.04で設

定したラック軸2.3の目標ストローク位置Xtとをもと

に、転舵モータ2.2に対する制御量Twを、下記の

(1)式に基づいて決定する。なお、(1)式中、C

p、Cd、Clは、該当する制御量のゲインを示すゲイ

ン係数である。

【0022】

$$Tw = C_p \cdot \{X_t - X_r\} / dt + C_d \cdot d(X_t - X_r) / dt + C_l \cdot \int (X_t - X_r) dt \dots (1)$$

1.0の制御処理について、図4のフローチャートに基

て説明する。

【0025】このフローチャートは、イグニションスイ

ッチのオン操作によって起動する。まず、S2.02に進

んで、操舵角センサ1.4で検出された操舵角θ、位置セ

ンサ2.6で検出されたラック軸2.3の英ストローク位置

Xrをそれぞれ読み込む。

【0026】続くS2.04では、S2.02で読み込まれ

た操舵角θ及び英ストローク位置Xrを用い、下記

(2)式に基づいて反力モータ1.1に対する制御量Th

を決定する。なお、(2)式中、Kp、Kd、Kdd、

$$Th = K_p \cdot \theta + K_d \cdot d\theta / dt + K_{dd} \cdot d^2\theta / dt^2 + F_p \cdot X_r + F_d \cdot dX_r / dt + F_{dd} \cdot d^2X_r / dt^2 \dots (2)$$

込む。

(2)式における右辺第1項から第3項は、操舵角θに

基づく制御量を決定する項であり、第1項は操舵角θに

応じた操舵反力を付与する比例項として作用し、第2項

は操舵ハンドル1.3の振動を抑制する粘性項として作用

し、第3項は反力モータ1.1の慣性モーメントの影響を

抑制し、操舵ハンドル1.3の切り始めの操舵感を調節す

る慣性項として作用する。

【0028】右辺第4項から第6項は、ラック軸2.3の

英ストローク位置Xrに基づく制御量を決定する項であ

り、例えば図5に示すように、ラック軸2.3に作用する

軸力Fが、車輪2.1の転舵角(タイヤの切れ角)として

の英ストローク位置Xrに応じて変化するため、ラック

軸2.3に作用する力の影響を操舵反力に反映させる項と

して作用する。第4項は英ストローク位置Xrに応じた

操舵反力を付与する比例項として作用する。また、第5

項及び第6項は、車輪2.1の転舵位置の変化状態を考慮

した項となっており、第5項は変化速度に応じた操舵反

力、第6項は変化加速度に応じた操舵反力をそれぞれ付

与する項として作用する。

【0029】このように、(2)式より、ハンドルの操

舵状態を示す操舵角θに基づく制御量と、英ストローク

位置Xrに基づく制御量とをもとに、反力モータ1.1に

対する制御量Thを決定する。

【0030】続くS2.06では、設定した制御量Thを

駆動回路1.5に対して出力し、駆動回路1.5は制御量T

hをもとに反力モータ1.1を駆動する。

【0031】このような処理を繰り返し実行すること

で、操舵ハンドル1.3の操舵状態とラック軸2.3に作用

する軸力とを考慮した操舵反力を付与することができ

る。

【0032】次に他の実施形態について説明する。

【0033】車輪2.1を転舵させる際にラック軸2.3に

作用する軸力Fは、車輪2.1と路面との間の摩擦状態の

影響を受ける。例えば、凍結路などの低μ路では、ドラ

イアスファルト路などの高μ路に比べ、転舵の際のラッ

ク軸2.3に作用する軸力Fは小さくなる。

【0034】そこで、車輪2.1と路面との間の摩擦状態

を考慮して、反力モータ1.1に対する制御量Thを設定

する実施形態について、図6のフローチャートをもとに

説明する。

【0035】このフローチャートは、イグニションスイ

ッチのオン操作によって起動する。まず、S3.02に進

んで、操舵角センサ1.4で検出された操舵角θ、機加速

度センサ4.3で検出された機加速度Gyをそれぞれ読み

Fp、Fd、Fddは、それぞれ予め規定したゲイン係

数である。

【0036】続くS3.04では、S3.02で読み込まれ

た操舵角θ及び機加速度Gyをもとに、車輪2.1と路面

との間の摩擦状態を示す路面μの値を決定する。具体的

には、ハンドル操作が行われた場合、そのときの操舵角

θと、車両に作用する機加速度Gyとの関係が、路面μ

の大きさに応じて変化するため、図7に示すように、こ

の関係を予めマップ化しておき、操舵角θと機加速度G

yとをもとにマップ検索し、このときの路面μの値を推

定する。

【0037】続くS3.06では、図8に示すマップをも

とに、S3.04で推定された路面μの大きさに応じて、

(2)式における右辺第4項のゲイン係数Fpの値を設

定する。

【0038】このようにして路面状態に応じたゲイン係

数Fpを設定した後、先の図4で説明したフローチャー

トに拘って、(2)式をもとに反力モータ1.1に対する

制御量Thを設定する。これにより、ゲイン係数Fp

は、S3.06において、路面μの低下に応じて小さな値

に設定されるため、S3.04で推定された路面μの値が

低いほど、反力モータ1.1に対する制御量Thが小さな

値に設定される。従って、低μ路ほど操舵ハンドル1.3

に付与される操舵反力が小さくなることと感覚的に知

くなるため、運転者は低μ路であることと感覚的に知

ることができ、減速してハンドル操作を抑制に行うた

ことが可能となる。

【0039】また、S3.06におけるゲイン係数Fpの

設定処理は、図9をもとに実施することも可能である。

この場合には、路面μの値が低いほどゲイン係数Fpは

大きな値に設定される。従って、S3.04で推定され

た路面μの値が低いほど、反力モータ1.1に対する制御量

Thが大きな値に設定されるため、低μ路ほど操舵ハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

ドル1.3に付与される操舵反力が大きくなることとハン

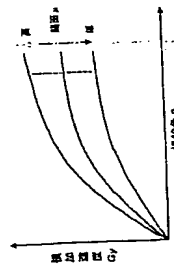
【0044】を例に説明すると、図10に示すように、検知した車輪21の車輪軸重Wが大いほどゲイン係数Fpが大い値を取るように設定する。これにより、車輪軸重Wが大いほど、反力モータ11に対する制動量Thが大い値に設定されるため、操舵反力は増加してハンドル操作は重くなり、運転者は車輪軸重Wの増加を感覚的に知ることができ、

【0041】さらに、ゲイン係数Fpの他の設定例としては、図10の傾向とは反対に、図11に示すように、車輪21の車輪軸重Wが大いほどゲイン係数Fpが小さな値を取るように設定することも可能であり、いずれのマップを取るかは、セダンかスポーツカー等の車の性格付けとかの設計思想により任意で決定する。例えば、車両の後方に重い荷物を搭載した場合には前輪の車輪軸重Wが低下するが、このような場合、図10をもとにゲイン係数Fpを設定することで、前輪の車輪軸重Wの低下をハンドル操作で軽くし、車両の操舵コントロール性を確保することができる。

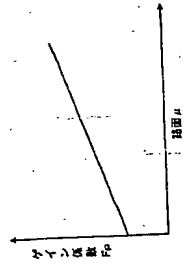
【0042】以上説明した実施形態では、路面μ、車輪軸重Wなどに応じて、(2)式の右辺第4項のゲイン係数Fpを設定する場合を示したが、右辺第5項、第6項のゲイン係数Fd、Fddも路面μ、車輪軸重Wなどに応じて設定してもよい。この場合、路面μ、車輪軸重Wなどに対する変化傾向は、ゲイン係数Fpの場合と同様とする。また、(2)式の右辺第4項、第5項、第6項の各ゲイン係数を固定値とし、第4項～第6項全体のゲイン係数を路面μや車輪軸重Wなどに応じて設定してもよい。

【0043】また、路面μの推定手法としては、例示した手法の他にも、例えば、加速時或いは制動時における車輪のスリップ率をもとに推定する手法や、操舵角θ及び車速Vをもとに推定した横加速度Gyとの関係をもとに推定する手法などを採用してもよく、特に限定するものではない。

【図7】



【図8】



【0044】

【発明の効果】以上説明したように、各請求項にかかる操舵制動装置によれば、制動量設定手段では、操舵状態に基づく制動量と舵舵位置に基づく制動量とをもとに、反力付手段に対する制動量を設定するので、舵舵軸に作用する力を反映させた操舵反力を付与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】操舵制動装置の全体的な構成を示すブロック図である。

【図2】舵舵モータの駆動制御を示すフローチャートである。

【図3】操舵角θ及び車速Vに応じた伝達比Gを設定するマップである。

【図4】反力モータの駆動制御を示すフローチャートである。

【図5】実ステアロ位置Xrとラック軸に作用する軸力Fとの関係を示す説明図である。

【図6】ゲイン係数Fpの設定処理を示すフローチャートである。

【図7】路面μの大きさに応じ、操舵角θと横加速度Gyとの関係を規定したマップである。

【図8】路面μとゲイン係数Fpとの関係を規定したマップである。

【図9】路面μとゲイン係数Fpとの関係を規定したマップである。

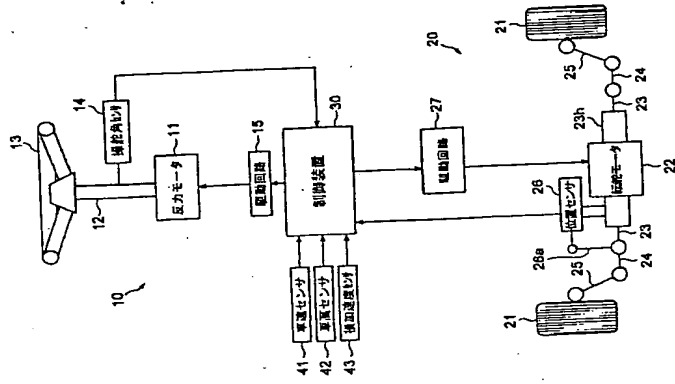
【図10】車輪軸重Wとゲイン係数Fpとの関係を規定したマップである。

【図11】車輪軸重Wとゲイン係数Fpとの関係を規定したマップである。

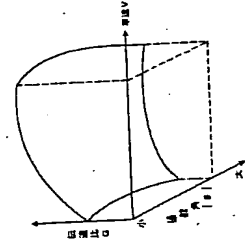
【図12】従来の操舵制動装置を示す構成図である。

【符号の説明】
10…操舵機構、11…反力モータ、14…操舵角センサ、20…舵舵モータ、21…車輪（舵舵輪）、22…舵舵モータ（アクチュエータ）、26…位置センサ、30…制動装置、41…車速センサ、42…車速センサ、43…横加速度センサ。

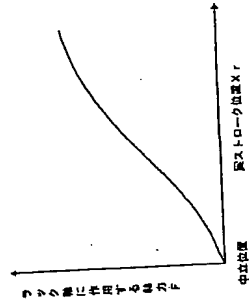
【図1】



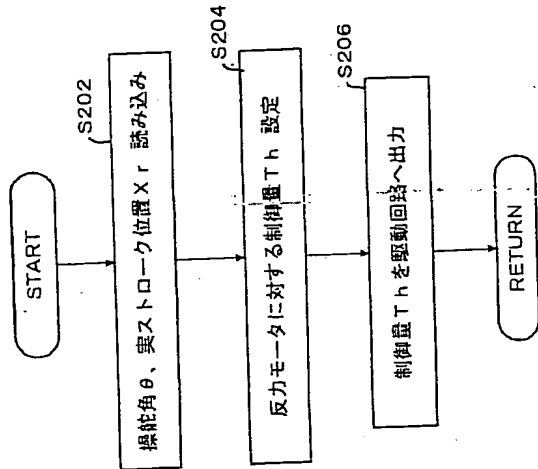
【図3】



【図5】



【図4】



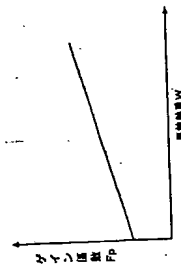
【図9】



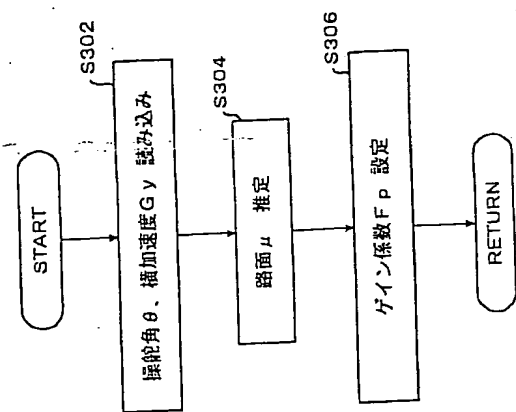
【図11】



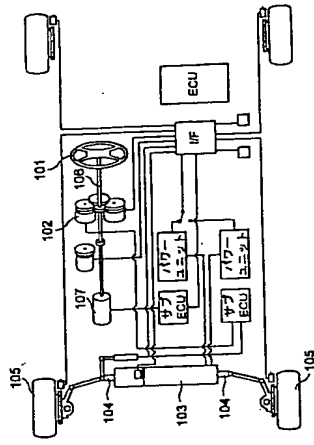
【図10】



【図6】



【図12】



フロントページの続き

(72) 発明者 中野 史郎

大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号
光洋精工株式会社内

Fターム(参考) 3D032 CC08 CC50 DA03 DA04 DA10
DA16 DA23 DA24 DA25 DA29
DA50 DA82 DC08 DD06 EA01
EB11 EB12 EC22 EC29 GC01

(72) 発明者 杉谷 伸芳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内